

ВМІСТ РІЗНИХ ЗА РУХОМІСТЮ ФОРМ ЦИНКУ В ҐРУНТАХ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

В.М. Гришко

Криворізький ботанічний сад НАН України, відділ фізіології рослин та біології ґрунтів, vit.grishko@rambler.ru

В результаті проведених досліджень вмісту валових і рухомих форм Цинку встановлено значний рівень забруднення ґрунтів більшості території центральної частини м.Кривий Ріг. Перевищення значень транслокаційного показника шкідливості і підвищення рівня активного забруднення ґрунту більш, ніж на 90% обстеженої площі, свідчить про небезпеку транслокаційного переносу і залучення до активного кругообігу Цинку в ландшафтах міста.

Ключові слова: ґрунт, забруднення, Цинк, валові і рухомі форми.

Вступ. Значну частину у потоках полутантів промислових міст складають пилові та газові викиди, які утворюються в процесі переробки руди і містять значну кількість важких металів. Зазначені процеси, як правило, призводять до забруднення всіх елементів ландшафту та формування техногенних атмогеохімічних аномалій [2]. У м. Кривий Ріг в зонах з дуже сильним рівнем забруднення проживає – 242 тис. мешканців (23,6%). Тому особливого значення набувають роботи з моніторингу ґрунтів за вмістом елементів та сполук-забруднювачів, особливо з урахуванням їх рухомості і доступності для включення в біогеохімічні цикли [6].

Останні роботи з оцінки рівня забруднення ґрунтів міста проводились більш, ніж 20 років тому [4,12,14], або розглядають лише вміст Феруму в технозомах промислового майданчику ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» [11]. Тому актуальним є продовження обстеження ґрунтів за вмістом різних за рухомістю форм важких металів, зокрема Цинком, якій належить до класу високо небезпечних елементів.

Матеріали та методи. Матеріалом дослідження були ґрунти центральної промислової частини м.Кривий Ріг. Опробування території проводилось згідно запропонованих методичних вказівок [1] на 116 пробних площадках (рис.). Відбір проб з шару ґрунту 0-5см (на базових площадках – до 30 см) виконували за ДСТУ [15]. Підготовку проб до аналізу та визначення валових форм Цинку проводили при екстрагуванні з 1М HNO₃, а рухомих – амонійно-ацетатним буфером з рН=4,8 [7] на атомно-адсорбційному спектрофотометрі С115. Фононий рівень визначали в чорноземі звичайному (с.Петрове, Кіровоградська обл.), актуальну кислотність – загальноприйнятими методами [8]. Показник актив-

ного забруднення ґрунту розраховували як відношення вмісту рухомих форм елементу у забрудненому ґрунті до контролю – чорнозему звичайного [5].

Результати та їх обговорення. Аналіз даних вмісту валових форм Цинку в ґрунтах пробних площадок показав, що на більшості з них спостерігається чіткий рівень забруднення зазначеним елементом (табл. 1). Найбільше його акумулювали техноземи біля прохідної до прокатних станів ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» (площадки 23 і 24). Вміст Цинку в зазначених едафотоплах (675-893 мг/кг) перевищував ГДК для ґрунтів [10] до 8 разів. Перевищення фонового рівня для ґрунтів Дніпропетровської області становило 22-30 разів, та в 10-14 разів середнього вмісту в орному шарі чорноземів звичайних малогумусних України [13,14]. Значний вміст Цинку відмічено також у ґрунтах поблизу 9 доменної печі підприємства (площадки 17, 18 і 21).

Перевищення фонового рівня валових форм Цинку спостерігається і в південно-західній частині міста (житловий масив Південного гірничо-збагачувального комбінату). Причому, в даному випадку не виключено надходження цинку до ґрунту з пиловими опадами останнього. Ймовірність такого впливу показана на прикладі двох інших комбінатів міста [3,9]. Так, у ґрунтах селітебної зони між вул. Алма-Атинською та просп. Південним (площадки 52, 87-89, 92, 93, 99, 100 і 102) валовий вміст Цинку змінювався від 202 до 302 мг/кг ґрунту, що перевищує запропонований рівень ГДК в 1,7-2,6 рази. Проте необхідно зауважити, що у ґрунтах площадок західніше просп. Південного він був в межах ГДК (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст валових та рухомих форм Цинку в ґрунтах пробних площадок, (мг/кг) та кислотність ґрунтів

Пробна площадка	pH	Валовий		Рухомих форм	
		М ± m	%	М ± m	%
Пробна площадка № 1	8,00	330 ± 37,8*	512,9	63,9 ± 0,49*	653,6
Пробна площадка № 2	7,72	227 ± 8,08*	352,2	43,1 ± 2,31*	440,4
Пробна площадка № 3	7,99	71,6 ± 2,66	111,2	7,84 ± 0,88	80,1
Пробна площадка № 4	8,18	171 ± 23,6*	266,2	33,9 ± 0,95*	346,4
Пробна площадка № 5	8,10	106 ± 8,94*	165,4	33,9 ± 0,95*	346,4
Пробна площадка № 7	8,04	104 ± 3,58*	162,4	12,8 ± 0,86*	131,0
Пробна площадка № 8	7,88	208 ± 19*	323,5	37,1 ± 3,77*	379,6
Пробна площадка № 9	8,06	458 ± 19,3*	711,7	91,3 ± 3,99*	933,8
Пробна площадка № 10	8,29	40,7 ± 3,31*	63,2	5,18 ± 0,28*	52,9
Пробна площадка № 12	8,06	145 ± 9,59*	225,7	21,8 ± 0,28*	223,1
Пробна площадка № 13	7,68	70,6 ± 9,16	109,7	10,6 ± 1,25	107,9
Пробна площадка № 14	8,29	100 ± 8*	156,0	15,8 ± 0,21*	161,8
Пробна площадка № 18	7,87	104 ± 6,54*	161,5	14,9 ± 0,06*	152,4
Пробна площадка № 21	8,39	657 ± 5,76*	1020,0	109 ± 13,4*	1112,9
Пробна площадка № 23	8,19	675 ± 33,7*	1048,9	136 ± 7,52*	1390,7
Пробна площадка № 24	8,28	893 ± 27*	1387,4	162 ± 9,42*	1651,6
Пробна площадка № 26	7,55	215 ± 19,1*	334,6	34 ± 2,67*	347,8
Пробна площадка № 27	7,67	276 ± 15,5*	429,0	49,8 ± 2,26*	509,7
Пробна площадка № 28	7,74	171 ± 29,1*	266,0	25,9 ± 1,65*	265,2
Пробна площадка № 29	7,89	93,6 ± 2,53*	145,4	13,2 ± 1,08*	134,8
Пробна площадка № 30	8,18	402 ± 25,71*	624,9	77,4 ± 3,24*	791,5
Пробна площадка № 31	7,92	350 ± 1,39*	544,5	60,7 ± 4,0*	620,6
Пробна площадка № 32	8,04	362 ± 26,3*	562,0	67,4 ± 4,26*	688,7
Пробна площадка № 33	8,10	305 ± 17*	473,7	53,5 ± 4,68*	546,8
Пробна площадка № 35	8,05	322 ± 8,87*	499,9	51,4 ± 0,69*	525,8
Пробна площадка № 36	7,81	76,6 ± 1,74*	119,0	9,72 ± 0,58	99,4
Пробна площадка № 37	7,94	187 ± 2,58*	290,7	29,24 ± 0,93*	299,0
Пробна площадка № 38	7,95	281 ± 16,4*	437,2	53,1 ± 0,97*	542,6
Пробна площадка № 39	8,01	111 ± 14,7*	172,7	18,8 ± 2,67*	192,3
Пробна площадка № 41	8,02	312 ± 15,5*	485,2	57 ± 4,73*	583,0
Пробна площадка № 43	7,97	337 ± 6,78*	524,0	55,2 ± 2,04*	564,5
Пробна площадка № 44	8,01	313 ± 7,84*	485,6	60 ± 2,31*	613,3
Пробна площадка № 49	7,76	319 ± 6,5*	495,6	47,9 ± 4,26*	489,9
Пробна площадка № 52	8,11	279 ± 12,4*	433,7	41,5 ± 2,56*	424,7
Пробна площадка № 55	8,33	306 ± 19,1*	474,7	55,4 ± 2,84*	566,1
Пробна площадка № 58	7,97	99,7 ± 5,38*	154,9	21,7 ± 2,38*	221,8
Пробна площадка № 61	8,22	208 ± 14,8*	322,5	16,4 ± 0,78*	167,9
Пробна площадка № 68	8,13	156 ± 9,42*	242,7	37,4 ± 1,83*	382,9
Пробна площадка № 69	7,23	178 ± 12,7*	275,7	22,7 ± 1,56*	231,9
Пробна площадка № 74	8,12	138 ± 8,74*	214,7	9,92 ± 1,74	101,4
Пробна площадка № 87	7,81	258 ± 16,9*	401,0	18,7 ± 1,15*	191,4
Пробна площадка № 88	8,07	302 ± 16,6*	469,8	32,1 ± 1,64*	327,8
Пробна площадка № 89	8,64	324 ± 15,4*	502,7	58,7 ± 0,76*	600,4
Пробна площадка № 91	7,93	199 ± 15*	309,8	46,3 ± 2,65*	473,3
Пробна площадка № 92	8,13	254 ± 16,8*	395,1	40,7 ± 2,37*	416,5
Пробна площадка № 93	7,80	292 ± 19,9*	454,3	36,7 ± 1,84*	375,5
Пробна площадка № 97	8,06	182 ± 16,9*	283,4	37,4 ± 1,73*	382,9
Пробна площадка № 98	7,99	129 ± 11*	199,9	21,3 ± 1,36*	218,2
Пробна площадка № 99	7,22	270 ± 13,1*	419,6	38,9 ± 2,53*	397,8
Пробна площадка № 100	8,02	283 ± 14,3*	439,8	14,3 ± 0,97*	146,5
Пробна площадка № 102	8,05	267 ± 24,8*	414,6	21,7 ± 2,03*	221,8
Пробна площадка № 105	8,14	426 ± 23,2*	662,0	87,4 ± 2,78*	894,1
Пробна площадка № 115	8,11	162 ± 9,94*	252,2	26,8 ± 6,73*	274,1
Пробна площадка № 116	7,66	127 ± 7,25*	197,9	19,6 ± 4,58*	200,7
Чорнозем звичайний	7,00	64,4 ± 1,27	—	9,78 ± 0,5	—

Примітка: * – статистично достовірна різниця відносно чорнозему звичайного, $p < 0,05$; % – відсоток до вмісту важких металів в чорноземі звичайному.

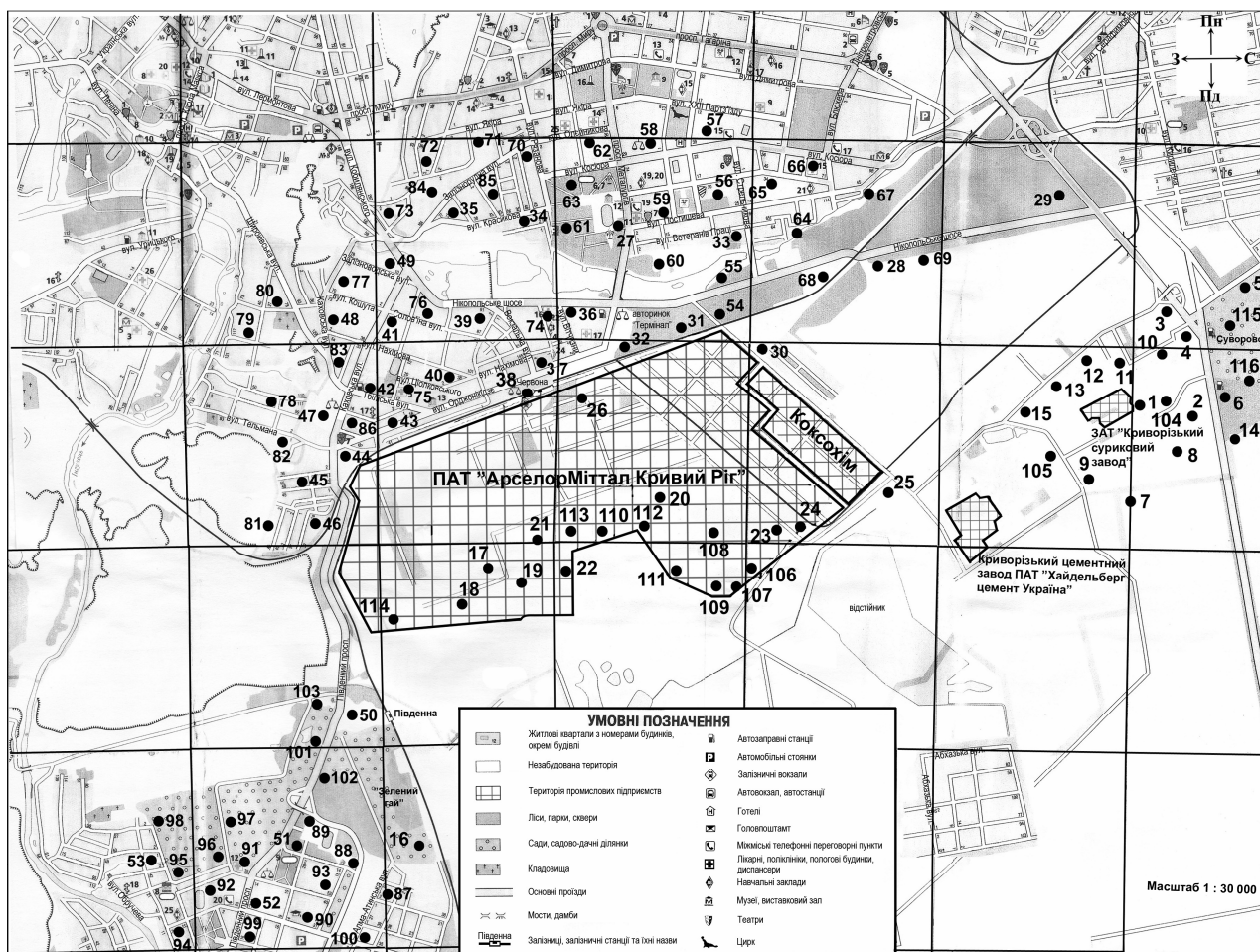


Рис. План-схема розташування пробних площадок ґрунтово-геохімічного обстеження

У ґрунті пробної площадки розташованої біля вантажної прохідної ЗАТ «Криворізький суриковий завод» (площадка 1) зафіксовано перевищення фоновому рівня для ґрунтів Дніпропетровщини майже в 11 разів та в 5 разів у чорноземі звичайному (с. Петрове, табл. 1). Суттєве забруднення техноземів Цинком (426-458 мг/кг ґрунту) спостерігалось на відстані до 2 км у південно-західному напрямку від підприємства (площадки 9 і 105). Зі збільшенням відстані від джерела емісій вміст валових форм Цинку в техноземах зменшувався від 171 до 70 мг/кг ґрунту (площадки 3-5, 11-15, 115 і 116).

Про розповсюдження промислових емісій ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» у північному, західному і східному напрямках свідчить доволі висока (від 257 до 402 мг/кг ґрунту) концентрація валових форм Цинку в техноземах між вул. Цимлянського і Орджонікідзе (площадки 30-32, 43, 44), прос. Металургів і вул. Коцюбинського, Каховською (27, 35, 41, 49, 73, 84) та Ветеранів праці (33, 55, 60). Проте, східніше вул. Косіора і вздовж Нікопольського шосе від вул. Вокзальної (площадки 28, 29, 36, 39, 57, 58, 68, 69 і 74) рі-

вень його акумуляції в ґрунтах був в межах 0,8-1,4 ГДК (рис.).

Найбільша кількість потенційно небезпечних для живих організмів рухомих форм Цинку (99,5-162мг/кг ґрунту) встановлена в техноземах ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» (площадки 21, 23, 24, 106, 107, 109 і 113, табл. 1). Перевищення ГДК і транслокаційного показника шкідливості [10] становило до 7 разів, а вмісту в чорноземі звичайному – 10-16 разів. Певна строкатість розподілу рухомих форм Цинку характерна і для техноземів промислової зони ЗАТ «Криворізький суриковий завод». В едафотобах площадок 1, 9 і 105 їх акумулювалось в 2-4 рази більше транслокаційного показника шкідливості, тоді як в інших (2, 4 і 8) перевищення становило до 2 разів, або взагалі не спостерігалось (площадки 3, 7, 10-14).

В ґрунтах площадок 31, 32, 43, 44, 54 і 68, розташованих між промисловою зоною ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» і вул. Орджонікідзе (рис.), встановлено перевищення ГДК рухомих форм Цинку до 3 разів. У селітебній зоні (від вул. Блюхера до Коцюбинського і Ніко-

польського шосе) в ґрунтах більшості пробних площадок спостерігається перевищення до 2,5 разів значень транслокаційного показника. Аналогічна закономірність встановлена для ґрунтів площадок, розташованих до вул. Каховської та між вул. Рязанова, Кобилянського і просп. Миру. Необхідно зазначити, що між вул. Якіра, Рязанова і просп. Металургів (площадки 61-63) та вул. Семашка і Солов'їною (36, 37, 39 і 74) рівень рухомих форм Цинку не перевищував ГДК і лише на 20-60 % був більшим, ніж у чорноземі звичайному (табл. 1). У ґрунтах дачного товариства «Суворово» і «Зелений гай» він також був

до 2 разів більший, ніж у чорноземі звичайному. Майже на всій території житлового масиву Південного гірничо-збагачувального комбінату вміст рухомих форм Цинку в середньому в 1,7 рази перевищував ГДК і до 6 разів вміст у контролі.

Проведене дослідження розподілу валових і рухомих форм Цинку в залежності від глибини відбору проб показало (табл. 2), що на всіх базових площадках, розташованих у зонах різного рівня забруднення спостерігається загальна закономірність переважання як валових, так і рухомих форм Цинку у верхньому (0-10 см) шарі ґрунту.

Таблиця 2

Особливість розподілу різних форм Цинку в ґрунтах базових площадок, мг/кг ґрунту

Пробна площадка	Валові форми		Рухомі форми			
	М ± m	%	М ± m	З _А ^Г	%	%вал
Пробна площадка № 1 (0-10 см)	330 ± 37,8*	512,9	63,9 ± 0,49*	6,5	653,6	19,4
Пробна площадка № 1 (10-20 см)	251 ± 15,6*	481,6	40,1 ± 4,01*	7,6	755,0	16,0
Пробна площадка № 1 (20-30 см)	227 ± 11,9*	421,4	39,6 ± 2,02*	7,7	770,6	17,5
Пробна площадка № 2 (0-10 см)	227 ± 8,08*	352,2	43,1 ± 2,31*	4,4	440,4	19,0
Пробна площадка № 2 (10-20 см)	197 ± 11,7*	378,2	20,6 ± 2,67*	3,9	387,1	10,5
Пробна площадка № 2 (20-30 см)	194 ± 10,1*	361,2	20,2 ± 1,08*	3,9	392,1	10,4
Пробна площадка № 18 (0-10 см)	104 ± 6,54*	161,5	14,9 ± 0,06*	1,5	152,4	14,3
Пробна площадка № 18 (10-20 см)	71,7 ± 1,18*	137,6	9,49 ± 1,42*	1,8	178,5	13,2
Пробна площадка № 18 (20-30 см)	62 ± 1,75*	115,1	8,04 ± 0,17*	1,6	156,5	13,0
Пробна площадка № 24 (0-10 см)	893 ± 26,9*	1387,4	161 ± 9,42*	16,5	1651,6	18,1
Пробна площадка № 24 (10-20 см)	676 ± 20,8*	1297,6	98,2 ± 16,6*	18,5	1847,9	14,5
Пробна площадка № 24 (20-30 см)	459 ± 15,7*	852,4	74,6 ± 4,98*	14,5	1451,2	16,3
Пробна площадка № 26 (0-10 см)	215 ± 19,1*	334,6	34 ± 2,67*	3,5	347,8	15,8
Пробна площадка № 26 (10-20 см)	132 ± 10,8*	253,0	13,1 ± 1,04*	2,5	246,4	9,9
Пробна площадка № 26 (20-30 см)	105 ± 12,1*	194,7	16 ± 0,46*	3,1	311,6	15,3
Чорнозем звичайний (0-10 см)	64,4 ± 1,27	—	9,78 ± 0,5	—	—	15,2
Чорнозем звичайний (10-20 см)	52,1 ± 1,57	—	5,32 ± 0,08	—	—	10,2
Чорнозем звичайний (20-30 см)	53,8 ± 0,08	—	5,14 ± 0,02	—	—	9,6

Примітка: % – відсоток до вмісту важких металів в чорноземі звичайному, %вал – відсоток до валового вмісту елементу в ґрунті, З_А^Г – показник активного забруднення ґрунту, * – статистично достовірна різниця відносно чорнозему звичайного, $p < 0,05$

Причому, в нижчих шарах техноземів зон сильного рівня забруднення співвідношення валових форм Цинку в нижніх шарах ґрунту до верхнього може зростати від 31 до 95 %, тоді як в чорноземі звичайному змінюється від 20 до 24 %. Також, викликає занепокоєння факт перевищення у 73-769 разів значень вмісту рухомих форм Цинку в порівнянні з контролем, до 3 разів транслокаційного показника шкідливості та підвищення до 16,5 активного забруднення ґрунту (табл. 2). Необхідно зауважити, що визначена актуальна кислотність ґрунтів центральної промислової частини міста, яка знаходиться в межах 7,22-8,64 (табл. 1) збільшує небезпеку транслокаційного переносу і залучення до активного кругообігу Цинку в техногенних ландшафтах центральної частини міста.

Висновки. В результаті проведених досліджень вмісту валових і рухомих форм Цинку встановлено значний рівень забруднення ґрунтів переважної більшості території центральної частини м.Кривий Ріг. Найбільше перевищення ГДК (до 8 разів) і фонового рівня для ґрунтів Дніпропетровської області (в 22-30 разів) та середнього вмісту в орному шарі чорноземів звичайних малогумусних України (в 10-14 разів) виявлено для техноземів промислового майданчика ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Перевищення значень транслокаційного показника шкідливості та підвищення рівня активного забруднення ґрунту більш, ніж на 90 % обстеженої площі, свідчить про небезпеку транслокаційного переносу і залучення до активного кругообігу Цинку в ландшафтах центральної частини міста.

Робота виконана за проектом «Транслокація важких металів і фтору в системі “грунтролина” та підвищення стійкості рослин за дії абіотичних факторів» (2010-2014рр.) цільової комплексної міждисциплінарної програми наукових досліджень НАН України з проблем сталого розвитку, раціонального природокористування та збереження навколишнього середовища.

Список літератури:

1. Балюк С.А. Грунтово-геохімічне обстеження урбанізованих територій. Методичні рекомендації / С.А. Балюк, А.І. Фадєєв, М.М. Мірошніченко; Харків. – ННЦ “Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського”. – 2004. – 54 с.
2. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М.А.Глазовская/. – М.: Высшая школа, 1989. – 328с.
3. Гришко В.М. Вміст різних за рухомістю форм важких металів в едафотопях, що зазнають техногенного впливу / В.М.Гришко, О.В.Сищикова, О.В.Данильчук // Вісник Дніпропетровського університету. Серія Біологія. Екологія. – 2001. – Вип. 10, Т. 1. – С. 181-185.
4. Досвід комплексної оцінки та картографування факторів техногенного впливу на природне середовище міст Кривого Рогу та Дніпродзержинська / [Багрій І.Д., Біловус А.Н., Вілкул Ю.Г. та ін.]. – К.: Фенікс, 2000. – 110 с.
5. Ильин В.Б. Относительные показатели загрязнения в системе почва-растение / В.Б. Ильин, М.Д. Степанова // Почвоведение. – 1979. – № 11. – С. 61-67.
6. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи / В.В. Медведев. – Харьков: ПФ «Антиква», 2002. – 428с.
7. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1989. – 62 с.
8. Практикум по агрохимии: учеб.пособие. 2-е изд., перераб. и доп./ Под ред. В.Г.Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
9. Савосько В.Н. Гидротехногенное накопление подвижных форм тяжелых металлов в почвах Кривбасса / В.Н.Савосько // Ґрунтознавство. – 2003. – №1-2. – С. 105-109.
10. СанПиН 42-128-4433-87. Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве. – М.: Б.и., 1988. – 302 с.
11. Сметана О.М. Біогеоценотичний покрив ландшафтно-техногенних систем Кривбасу / О.М.Сметана, В.В.Перерва. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2007. – 247 с.
12. Тютюнник Ю.Г. Факторный анализ геохимических особенностей почв городов Украины / Ю.Г.Тютюнник, Б.А.Горлицкий // Почвоведение. – 1998. – № 1. – С. 100-109.
13. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / [А.І. Фатєєв, Я.В. Пашенко, С.А.Балюк та ін.] за ред. А.І. Фатєєва, Я.В. Пашенко. – Харків: ННЦ «Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н.Соколовського», 2003. – 117 с.
14. Экологические основы природопользования / [Н.П. Грищан, Н.В. Шапарь, Г.Г. Шматков и др.]. – Днепропетровск: ИППЭ НАН Украины, 1998. – 409 с.
15. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004 – [Чинний від 2005-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 5с. – (Національні стандарти України).

THE MAINTENANCE OF DIFFERENT ON MOBILITY ZINC FORMS IN THE URBANIZED AREAS SOILS

V.M. Gryshko

As a result of the research of gross and mobile zinc forms maintenance the significant contamination of soils in the Kryvyi Rig central part was found. The translocation index of danger values exceeding and the soils active contamination level increasing more than on a 90% of inspected area, testifies to the danger of translocational transfer and zinc involving into the active circulation in the landscapes of city.

Keywords: soil, contamination, zinc, gross forms, mobile forms.

Одержано редколегією 18.01.2012